Novembre 2007 Série technique 07-123

Comprendre la perméance à la vapeur et la condensation dans les murs

INTRODUCTION

La formation de condensation dans les murs est un problème de rendement souvent rencontré dans les habitations canadiennes pouvant donner lieu à de la pourriture, des moisissures, de la corrosion et/ou la formation de taches. La condensation est généralement considérée comme étant préoccupante lorsqu'il fait froid. Cependant, on a aussi documenté de nombreux problèmes dans des murs en élévation d'immeubles climatisés lorsque l'humidité absorbée dans les bardages poreux non ventilés comme le bois, la brique ou le stucco est poussée vers l'intérieur pour ensuite se condenser sur la face externe des couches intérieures à faible perméance (à savoir, les pare-vapeur en plastique ou les revêtements intérieurs de finition). Des problèmes de condensation ont aussi été rencontrés dans le cas de murs souterrains lorsque l'assèchement vers l'intérieur de l'humidité se trouvant dans les nouveaux murs de fondation de béton ou se déplaçant vers l'intérieur à partir du sol est emprisonné par des pare-vapeur de faible perméance (comme les feuilles de plastique).

L'emploi de membranes de polyéthylène de faible perméance (polyéthylène de 0,006 po) à la fois comme pare-air et pare-vapeur est une pratique bien intégrée dans les codes du bâtiment et l'industrie canadienne de la construction, par suite d'investissements importants dans la recherche et la formation. Lorsqu'on les installe correctement, leur utilisation comme pare-air permet d'améliorer l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. Les entrepreneurs et les inspecteurs ont acquis une bonne compréhension des détails et des pratiques nécessaires pour rendre les bâtiments étanches à l'air. En revanche, du fait des préoccupations selon lesquelles les pare-vapeur de polyéthylène peuvent réduire ou empêcher l'assèchement vers l'intérieur et exacerber la condensation estivale, l'utilité du polyéthylène en tant que pare-vapeur a été mise en doute.

La SCHL a mis sur pied un programme de recherche afin d'examiner si les problèmes potentiels d'humidité causés par l'utilisation de feuilles de plastique de faible perméance dans les murs en élévation et les murs souterrains étaient importants ou négligeables. La recherche devait servir à cerner les cas où le rendement pouvait être amélioré, et à offrir de l'information afin d'éviter l'utilisation inappropriée.

CONTEXTE

L'air a une capacité limitée à retenir la vapeur d'eau : la capacité maximale décroît considérablement à mesure que la température baisse. La condensation se produit lorsque l'air à proximité d'une surface est saturé et que la vapeur d'eau devient liquide. La vapeur d'eau peut atteindre une surface par le biais de deux mécanismes. Premièrement, par diffusion : la vapeur va toujours des zones où la teneur en vapeur d'eau est élevée vers les zones où cette teneur est faible. Deuxièmement, par convection ou fuite d'air : l'air circule des zones de haute pression vers les zones de basse pression en transportant la vapeur d'eau avec lui. Les pare-vapeur servent à freiner la vapeur qui circule par diffusion. Quant aux pare-air, ils permettent de freiner la vapeur transportée par l'air.

Le plus souvent, la vapeur circule beaucoup plus facilement lorsqu'elle est transportée par l'air que par diffusion. Les pare-air sont donc toujours requis, et peuvent être assurés par divers matériaux, dont :

- un polyéthylène de 0,006 po étanchéisé, continu et supporté;
- une plaque de plâtre étanchéisée et continue;
- certains revêtements textiles étanchéisés, continus et supportés, etc.

Les pare-air font plus que maîtriser la condensation, ils assurent également la résistance thermique, réduisent la transmission acoustique et aident au maintien d'une bonne qualité de l'air à l'intérieur.

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

Dans les murs isolés par un revêtement calorifuge perméable à la vapeur (matelas de fibre de verre par exemple) et dépourvus de régulateur de vapeur, la vapeur d'eau peut se diffuser vers le revêtement intermédiaire extérieur et se condenser. Si la condensation est assez importante et qu'elle ne sèche pas assez rapidement, elle peut occasionner la formation de moisissures, de pourriture et/ou de corrosion. Pour réduire la quantité de vapeur transportée par diffusion, les pare-vapeur (par exemple le polyéthylène de 0,006 po, les peintures spéciales et les feuilles d'aluminium) peuvent être utilisés.

Au Canada, dans les assemblages rarement chauds ou mouillés, la circulation de vapeur lors du séchage se fera habituellement vers l'extérieur. Du fait de cette réalité, la règle générale veut que, au Canada toujours, les pare-vapeur soient posés à l'intérieur des murs.

Or, comme la diffusion de vapeur est aussi un mécanisme important pour assécher l'eau emprisonnée dans un mur, les pare-vapeur auront aussi pour effet de réduire la vitesse de séchage. Les murs exposés au soleil sont susceptibles d'être plus chauds à l'extérieur qu'à l'intérieur pour une partie de l'année. Dans les climats plus chauds du Canada, comme à Vancouver et à Toronto, la vapeur peut circuler vers l'intérieur des murs, particulièrement dans les habitations climatisées. Les sous-sols sont toujours humides sur leur face externe et souvent frais à l'intérieur. Dans ces cas, un séchage vers l'intérieur peut se produire si l'intérieur du mur est dépourvu de pare-vapeur. Dans certains cas, la circulation de vapeur d'eau vers l'intérieur est si considérable que la présence d'une barrière de faible perméance, comme le polyéthylène, à l'intérieur peut donner lieu à de la condensation sur la face externe de cette membrane. Ce condensat peut entraîner la formation de moisissures et faire pourrir l'ossature.

La recherche dont il est ici question a mis l'accent sur les effets de la condensation par temps froid sur le revêtement intermédiaire extérieur lorsqu'aucun pare-vapeur n'est utilisé, et sur l'effet de la condensation par temps chaud sur le pare-vapeur lorsque celui-ci est constitué de polyéthylène. Tous les murs testés ont été pourvus d'un pare-air fonctionnel, puisque toutes les habitations en ont besoin.

MÉTHODE

L'approche adoptée combinait une analyse documentaire approfondie et la tenue d'essais sur le terrain sur des murs en élévation et des murs souterrains à des simulations paramétriques par ordinateur sur l'hygrométrie.

Trois types de murs pleine grandeur (répliques nord et sud; six murs au total) ont été installés dans le bâtiment d'exposition du Building Engineering Group situé sur le campus de l'Université de Waterloo. Les assemblages de mur choisis pour comparer le polyéthylène à la peinture au latex et l'effet du revêtement isolant et de l'orientation sont décrits au tableau 1.

L'intérieur du bâtiment d'essai a été maintenu à 50 % d'humidité relative (HR) et à une température variant entre 20 °C et 21 °C durant toute une année. Cette humidité relative intérieure est élevée et nuisible pour des conditions hivernales (elle occasionnera une

Tableau 1 Assemblages des murs en élévation

Couche	Mur en élévation 1 : 2 x 6 avec polyéthylène	Mur en élévation 2 : 2 x 6 sans polyéthylène	Mur en élévation 3 : 2 x 4 avec PSX, sans polyéthylène
Revêtement intérieur de finition	Plaque de plâtre de ½ po/12,7 mm avec peinture au latex	Plaque de plâtre de ½ po/12,7 mm avec peinture au latex	Plaque de plâtre de ½ po/12,7 mm avec peinture au latex
Couche freinant la vapeur	Polyéthylène de 0,006 po	Aucune	Aucune
Ossature/isolant	2 x 6 à entraxes de 16 po avec panneau isolant semi-rigide en fibre de verre R-20/RSI-3,5	2 x 6 à entraxes de 16 po avec panneau isolant semi-rigide en fibre de verre R-20/RSI-3,5	2 x 4 à entraxes de 16 po avec panneau isolant semi-rigide en fibre de verre R-12/RSI-2,1
Revêtement intermédiaire	Panneau OSB de ½ po/12,7 mm	Panneau OSB de ½ po/12,7 mm	PSX de 1 po/25 mm à R-5/RSI-0,9
Barrière résistante à l'eau	Membrane d'étanchéité de polyoléfine filée-liée	Membrane d'étanchéité de polyoléfine filée-liée	Membrane d'étanchéité de polyoléfine filée-liée
Cavité d'évacuation	Espace de 1 po/25 mm; aération par le bas seulement	Espace de 1 po/25 mm; aération par le bas seulement	Espace de 1 po/25 mm; Aération par le bas seulement
Bardage	Placage de brique à paroi simple	Placage de brique à paroi simple	Placage de brique à paroi simple

condensation étendue et persistante sur les fenêtres à double vitrage), et a été appliquée afin de provoquer une humidification par diffusion importante vers l'extérieur durant l'hiver. La température intérieure est plus basse que dans la plupart des bâtiments résidentiels climatisés en été (par 2 °C à 4 °C), et on s'attend à ce qu'elle augmente la durée et la sévérité de la circulation vers l'intérieur et des problèmes de condensation estivaux. L'assèchement des fuites accidentelles d'humidité n'a pas été pris en compte.

Quatre assemblages muraux de sous-sol isolés par l'intérieur ont été érigés et contrôlés dans une maison de Kitchener, en Ontario. L'installation et l'instrumentation ont été réalisées au cours de la première année d'utilisation; les murs servant aux essais sont exposés au sud, mais pas de manière parfaite. Les assemblages de mur de sous-sol en béton coulé sont décrits dans le tableau 2. Le sous-sol était de construction récente et aucun problème de pénétration d'eau liquide n'a été observé. Les conditions à l'intérieur du sous-sol n'ont pas été rigoureusement contrôlées, mais les mesures indiquaient que les taux d'humidité à l'intérieur se situaient près de la moyenne (selon un relevé précédent des conditions du sous-sol par la SCHL).

Tous les murs ont été munis de capteurs de teneur en eau, de condensation, de température et d'humidité relative. Les données ont été recueillies à des intervalles de cinq minutes et les moyennes horaires ont été mises en mémoire aux fins d'analyse. Des données climatiques complètes ont aussi été recueillies.

Les simulations hygrothermiques ont étendu la portée des résultats tirés des mesures prises sur le terrain. Le programme *WUFI* a été le premier à être capable de bien prédire les résultats observés pour les murs en élévation et à être utilisé pour étudier un éventail de taux d'humidité intérieure et de climats extérieurs (St. John's, Edmonton, et Vancouver).

RÉSULTATS

La théorie et les recherches précédentes ont été résumées dans l'analyse documentaire. Elles ont permis de confirmer que le besoin en pare-vapeur est déterminé par le taux d'humidité à l'intérieur, la température à l'extérieur et la composition du mur.

Le contrôle *in situ* des murs en élévation a démontré et confirmé la théorie et l'expérience : premièrement, la présence d'un pare-vapeur en polyéthylène a réduit le potentiel de condensation par diffusion en hiver et de dommages à la cavité interne dus à l'humidité lorsque l'humidité relative à l'intérieur est élevée (50 %). Par exemple, des formations de moisissures ont été observées sur le revêtement intermédiaire en OSB des murs sans polyéthylène exposés au nord. Ensuite, la présence du polyéthylène a augmenté de manière très considérable la durée et la sévérité de la condensation estivale dans les cavités de l'ossature murale lorsqu'un parement absorbant était utilisé dans des conditions relativement fraîches à l'intérieur (20 °C à 21 °C). Le mur avec polyéthylène exposé au sud présentait de la moisissure et une formation de taches sur l'intérieur du bois de charpente, particulièrement en partie inférieure.

Tableau 2 Assemblages des murs de sous-sol isolés par l'intérieur

Couche	Mur souterrain 1 : PSX de 2 po	Mur souterrain 2 : matelas isolants en rouleau de vinyle et de fibre de verre	Mur souterrain 3 : 2 x 4 avec polyéthylène	Mur souterrain 4 : 2 x 4 sans polyéthylène
Revêtement intérieur de finition	Plaque de plâtre de ½ po/12,7 mm avec peinture au latex	Matériau de parement avec matelas isolant en rouleau avec polyéthylène	Plaque de plâtre de ½ po/12,7 mm avec peinture au latex	Plaque de plâtre de ½ po/12,7 mm avec peinture au latex
Autre	Lame d'air de 19 mm / ½ po et tasseaux	Aucun	Polyéthylène de 0,006 po	Aucun
Ossature/isolant	Polystyrène extrudé (PSX) de 2 po/50 mm de R-10/RSI-1,8	Matelas isolant en rouleau en fibre de verre de R-12/RSI-2,1	2 x 4 à entraxes de 16 po avec fibre de verre de R-12/RSI-2,1	2x4 16 à entraxes de 16 po avec fibre de verre de R-12/RSI-2,1

Figure 1 Mur sans polyéthylène exposé au sud dépourvu de taches (à gauche) et cellules de moisissures sur un mur sans polyéthylène exposé au nord

Veuillez noter :

Le mur exposé au sud pourvu d'un revêtement de mousse de polystyrène extrudée a offert un bon rendement; il s'est montré le plus résistant à la condensation estivale se déplaçant vers l'intérieur par diffusion. Cependant, dans les conditions d'analyse, la résistance thermique du revêtement intermédiaire pourvu d'un isolant était insuffisante pour empêcher la condensation hivernale et son dépôt subséquent sur la face exposée au nord : à Toronto, à 50 % d'humidité relative à l'intérieur, l'isolant devrait être d'au moins 1,5 po (38 mm).

Tous les murs exposés au sud ont tiré avantage de la chaleur du soleil durant l'hiver, qui a fait augmenter la température moyenne hebdomadaire et mensuelle du revêtement intermédiaire. Le réchauffement a été suffisant pour pratiquement éliminer le risque de condensation par temps froid.

Comme il a été mentionné précédemment, les conditions imposées au bâtiment d'exposition ont été choisies dans le but de mettre ses murs à rude épreuve : dans des conditions plus normales, les problèmes seront moins graves, voire inexistants. En revanche, des conditions plus froides, comme celles retrouvées à Edmonton ou plus au nord, occasionneront davantage d'humidification par condensation dans les murs comportant de la peinture au latex, sauf si l'humidité à l'intérieur est maintenue à des taux plus faibles (et donc plus sûrs).

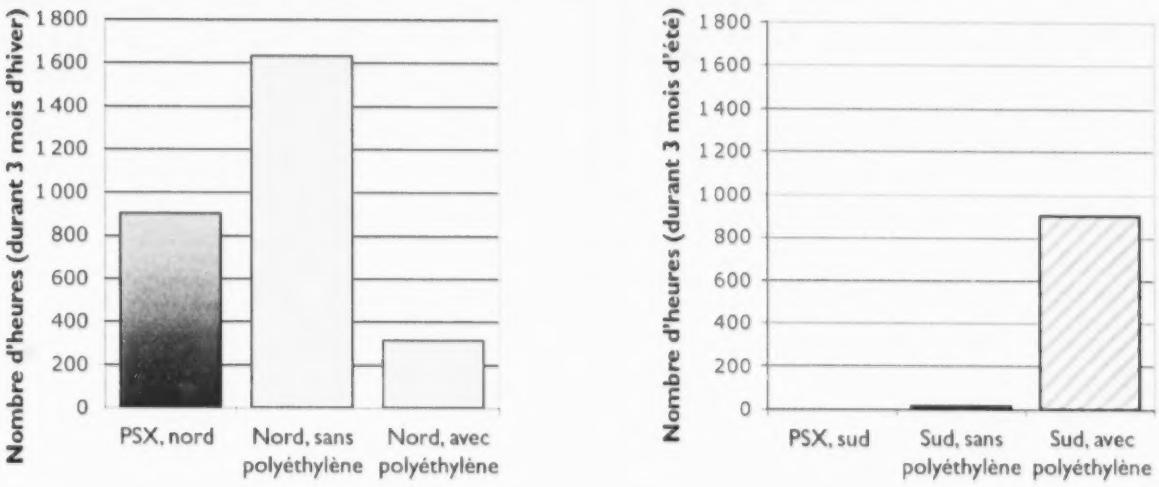

Figure 2 Nombre d'heures durant lesquelles il y avait risque de condensation dans les murs exposés vers le nord (à gauche) et vers le sud (à droite)

Aucun des murs souterrains n'a montré de signes de dommages importants. Le mur sans polyéthylène n'a montré aucun signe de condensation ou de taches d'humidité. De la condensation s'est formée sur les deux murs contenant du polyéthylène durant l'été; le problème était particulièrement sévère sur le mur pourvu d'un matelas isolant en rouleau (mur 2). Le mur pourvu de mousse (mur 1) a maintenu stable et sûre la teneur en eau de l'ossature en bois, et aidera à éviter les problèmes de condensation causés par les fuites d'air. Il est important de noter que l'espace entre le béton et la mousse doit être soigneusement étanché à l'air pour éviter de relier cette zone d'humidité élevée avec l'air intérieur.

CONCLUSIONS

Quelle que soit la perméance à la vapeur des matériaux utilisés dans un assemblage mural, on doit toujours maîtriser la circulation d'air à travers l'enveloppe par un pare-air efficace. Un gestion insuffisante de la circulation d'air reste de loin la plus importante source de condensation pour les murs en élévation et les murs souterrains.

La théorie et les recherches précédentes ont confirmé que le besoin en pare-vapeur est déterminé par le taux d'humidité à l'intérieur, la température à l'extérieur et la composition du mur. Les résultats issus des essais et des simulations réalisés dans le cadre de la présente étude indiquent que des couches intérieures de faible perméance seront nécessaires dans certains cas et provoqueront des dommages dans d'autres. Lorsque l'humidité est très élevée à l'intérieur et que les températures sont très froides à l'extérieur, les murs isolés par de la fibre minérale et dépourvus de revêtement intermédiaire isolant auront besoin d'un pare-vapeur de faible perméance (de moins de 60 perms métriques par exemple). À des taux d'humidité relative plus bas (« plus sûrs »), dans des climats canadiens plus chauds et avec des murs pourvus d'un revêtement intermédiaire extérieur isolant, la peinture au latex ordinaire peut suffire. L'ajout d'un revêtement intermédiaire isolant permet de maîtriser la condensation se formant par temps froid et celle se formant par temps chaud, sans qu'un revêtement en plastique soit nécessaire; la valeur « R » de l'isolant doit toutefois être suffisamment élevée pour empêcher la condensation hivernale au taux d'humidité intérieur attendu. Le rapport comporte plus de détails sur les combinaisons de climat, d'humidité relative à l'intérieur et de revêtement intermédiaire isolant permettant de maîtriser la condensation par temps froid.

Par temps chaud, il peut y avoir condensation sur les pare-vapeur de plastique des immeubles climatisés pourvus d'un bardage absorbant lorsque celui-ci est mouillé par la pluie et exposé au soleil. La condensation et les températures chaudes peuvent favoriser la croissance des moisissures.

La présente étude a examiné les feuilles de polyéthylène de 0,006 po (3,5 perms métriques) et la peinture au latex (de 300 à 600 perms métriques) : cela représente une fourchette de perméance dépassant un facteur de 100. On étudie présentement le rôle des peintures destinées à freiner la vapeur, lesquelles ont une perméance située entre 30 et 120 perms métriques. On s'attend à ce que cette recherche fournisse des renseignements additionnels en matière de perméance à la vapeur et de condensation dans les murs.

Gestionnaire de projet à la SCHL : Don Fugler

Consultants pour le projet de recherche : Halsall Associates Limited

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7
Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

©2007, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 11-06-08
Révision : 2008

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

65844